

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. Juli 2005 (14.07.2005)

PCT

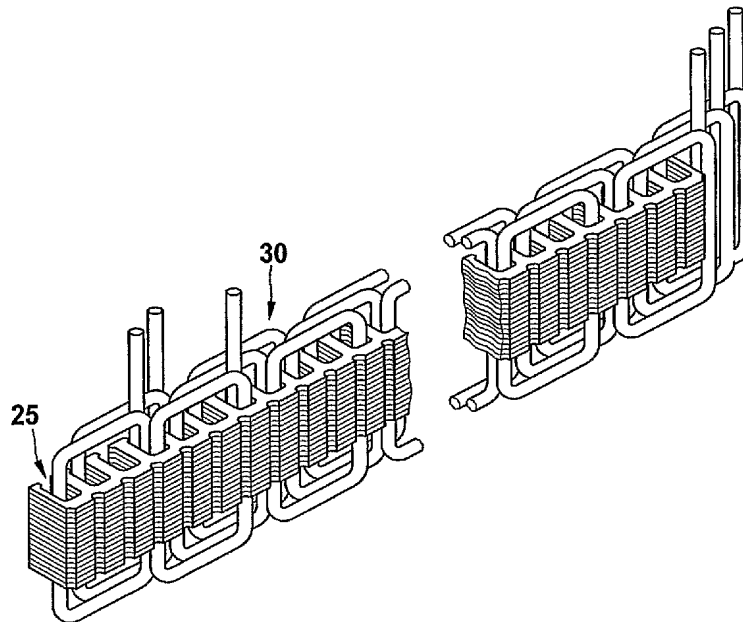
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/064766 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H02K 1/16**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/053466
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
14. Dezember 2004 (14.12.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
103 61 858.9 30. Dezember 2003 (30.12.2003) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SHENDI, Alexander**  
[DE/DE]; In Dornhecken 2, 71679 Asperg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STATOR FOR AN ELECTRICAL MACHINE

(54) Bezeichnung: STÄNDER FÜR EINE ELEKTRISCHE MASCHINE



(57) Abstract: A stator for an electrical machine, in particular, an alternator, is disclosed, whereby the stator (36) is produced in flat laminated form, from a stator core (10) and a stator winding (30). The stator core has an essentially annular form. The stator core (10) has an axial direction (a), oriented in the direction of a cylinder axis and the stator core (10) has a front face, oriented in the direction of the cylinder axis, defining a groove surface ( $A_{\text{Nut}}$ ), whereby a ratio (A) of the groove face ( $A_{\text{Nut}}$ ) and the front face, lies between 0.4 and 0.8.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/064766 A1



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

---

**(57) Zusammenfassung:** Es wird ein Ständer für eine elektrische Maschine, insbesondere einen Drehstromgenerator vorgeschlagen, wobei der Ständer (36) in Flachpaket-Technik hergestellt ist und zumindest aus einem Ständereisen (10) und einer Ständerwicklung (30) besteht, das Ständereisen (10) eine im Wesentlichen ringzylindrische Form aufweist, das Ständereisen (10) eine Axialrichtung (a) aufweist, die in Richtung einer Zylinderachse orientiert ist und das Ständereisen (10) ein in Richtung der Zylinderachse orientierte Stirnfläche aufweist, die eine Nutfläche ( $A_{\text{Nut}}$ ) bestimmt, wobei ein aus der Nutfläche ( $A_{\text{Nut}}$ ) und der Stirnfläche gebildetes Verhältnis ( $A$ ) zwischen 0,4 und 0,8 beträgt.

5

10 Ständer für eine elektrische Maschine

## Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft einen Ständer einer elektrischen Maschine nach der Gattung des unabhängigen Patentanspruchs.

Aus der Offenlegungsschrift WO 01/54254 A1 ist ein Ständer für eine elektrische Maschine bekannt, der in der sogenannten Flachpaket-Technik hergestellt wird. Die Flachpaket-Technik lässt sich dadurch beschreiben, dass zunächst einzelne streifenförmige Lamellen bereitgestellt werden, die zu einem sogenannten Flachpaket paketi

20 ert werden. Hierzu werden die Lamellen derartig angeordnet, dass diese deckungsgleich aufeinander gestapelt werden. Es wird dadurch ein in etwa quaderförmiges, im Wesentlichen flaches Ständereisen gebildet, das auf einer Seite kammartig die elektromagnetisch wirksamen Nuten und Zähne aufweist, die nach

25 Fertigstellung des Ständers für die Wechselwirkung mit einem Läufer vorgesehen sind. In dieses kammartige quaderförmige Ständereisen wird eine separat vorbereitete, in der Regel dreiphasige Wicklung eingesetzt, so dass sich zunächst entweder alle Spulenseiten in den Nuten befinden oder der größte Teil der Spulenseiten, wie in der angegebenen Schrift offenbart. Dieses Halbzeug aus Ständereisen mit Wicklung wird anschließend in

30 einer Vorrichtung derartig rundgebogen, dass ein kreisringförmiger ringzylindrischer Ständer entsteht. Dabei werden gegebenenfalls vorhandene Wicklungsüberhänge, welche beim Einlegen der Wicklung in das Ständereisen zunächst nicht in Nuten angeordnet sind, im Zuge des Rundbiegens in die entsprechenden Nuten eingefügt. Nach dem Rundbiegen stehen sich zwei in peripherer Richtung orientierte Stirnseiten unmittelbar

- 2 -

gegenüber. Diese Stirnseiten können anschließend miteinander verbunden werden, beispielsweise durch einen Schweißvorgang.

Im Rahmen der Entwicklungsarbeit an diesem Ständer und der zugehörigen elektrischen Maschine hat sich gezeigt, dass durch verschiedene Maßnahmen, insbesondere Maßverhältnisse an einem derartigen Ständer bzw. Ständereisen sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden.

#### Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Ständer mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, dass durch das aus der Nutfläche und der Stirnfläche gebildete Verhältnis A, welches zwischen 0,4 und 0,8 liegt, eine erste Annäherung für eine optimale Auslegung eines Ständers gemäß dem vorgesehenen Herstellungsverfahren angibt.

In einer zweiten Näherung ist vorgesehen, dass das Verhältnis A zwischen 0,4 und 0,7 liegt. Dieses zweite, engere Verhältnis ergibt eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Dimensionierung, so dass mit diesem zweiten Verhältnisbereich bei geringerem Materialeinsatz einerseits die Stromausbeute bezogen auf die Masse des Ständers verbessert wird und andererseits der Biegewiderstand des Ständers bzw. Ständereisens in einem Bereich liegt, der sowohl ein Biegen des flachen Ständers in die runde Form erlaubt als auch die Formstabilität des runden Ständers erlaubt.

#### Zeichnungen

In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Ständers dargestellt. Es zeigen

- |         |  |
|---------|--|
| Figur 1 | ein Flachpaket ohne Wicklung,  |
| Figur 2 | ein Flachpaket mit eingelegter dreiphasiger Wicklung   |
| Figur 3 | das Flachpaket mit Wicklung aus Figur 2 nach dem gemeinsamen Rundbiegen von Wicklung und Eisenpaket,                 |
| Figur 4 | ausschnittsweise die Ansicht einer Stirnfläche eines Ständereisens zur Verdeutlichung von Nutfläche und Stirnfläche, |

- 3 -

- Figur 5 ausschnittsweise einen Querschnitt durch eine mit Leitern versehene Nut zur Verdeutlichung der Leiterquerschnittsfläche,
- Figur 6a ein erstes "Stromdiagramm",
- Figur 6b ein zweites "Stromdiagramm",
- 5 Figur 7 eine ausschnittsweise Ansicht zweier Innenzähne mit der dazugehörigen Nut,
- Figur 8 ein dreidimensionales Diagramm mit der Darstellung des Abgabestroms eines Kfz-Generators in Abhängigkeit zweier verschiedener Längenverhältnisse bei Motorleerlauf, entsprechend ca. 1800 U/min des
- 10 Generatorläufers

### Beschreibung

Figur 1 zeigt ein flaches bzw. im Wesentlichen flaches Ständereisen 10, das aus einer bestimmten Anzahl einzelner Lamellen 13 paketiert worden ist. Die Lamellen 13 sind in der sogenannten Axialrichtung a übereinander geschichtet, so dass diese deckungsgleich übereinander angeordnet sind. Ein Joch 16 erstreckt sich in die sogenannte Umfangsrichtung p, die sich später beim fertiggestellten Ständer ringförmig erstreckt. Vom Joch 16 gehen in radialer Richtung r sogenannte Innenzähne 19 aus, die sich später im fertiggestellten Ständer nach radial innen erstrecken. Das Ständereisen 10 weist in Umfangsrichtung p jeweils zwei stirnseitige Enden 22 auf, die nach dem Rundbiegen des Ständereisens 10 unmittelbar aneinander liegen. Ist das Ständereisen 10 beispielsweise mit sechszunddreißig Nuten 25 ausgestattet, so weist dieses Ständereisen 10 insgesamt fünfunddreißig ganze Innenzähne 19 und an den stirnseitigen Enden 22 je einen halben Innenzahn 27 auf. Im rundgebogenen Ständereisen 10 bzw. Ständer ergänzen sich die beiden dann aneinanderliegenden halben Innenzähne 27 zu einem ganzen Innenzahn. Bei einem Ständereisen 10 mit achtundvierzig Nuten 25 weist das Ständereisen 10 siebenundvierzig ganze Innenzähne 19 und ebenfalls zwei halbe Innenzähne 27 in analoger Weise auf.

Figur 2 zeigt das Ständereisen 10 aus Figur 1, in dessen Nuten 25 eine Ständerwicklung 30 eingesetzt ist. Ist der Ständer für einen Drehstromgenerator vorgesehen, so ist die Ständerwicklung 30 als dreiphasige Wicklung ausgeführt. Die Ständerwicklung 30 wird zunächst separat von der Herstellung des Ständereisens 10 hergestellt. Die Ständerwicklung 30 kann dabei entweder aus einzelnen Strängen bestehen, die jeweils für

- 4 -

sich separat in die Nuten 25 des Ständereisens 10 eingesetzt werden. Die Ständerwicklung 30 kann jedoch auch, wie im eingangs zitierten Stand der Technik, derart hergestellt werden, dass die drei Stränge der Ständerwicklung 30 zu einer praktisch einstückigen Ständerwicklung 30 vorbereitet werden. Diese praktisch einstückige Ständerwicklung 30 wird dann insgesamt und in einem Schritt in die Nuten 25 des Ständereisens 10 eingesetzt.

Nach dem Einlegen der Ständerwicklung 30 in das Ständereisen 10, wie zuvor beschrieben, wird das Halbzeug aus diesen beiden Teilen derart rundgebogen, dass sich die Innenzähne 19 und halben Innenzähne 27 nach radial innen erstrecken und somit das Joch 16 die Innenzähne 19 bzw. 27 umgeben. Die Nuten 25 sind dann naturgemäß nach radial innen offen, siehe auch Figur 3. In Figur 3 ist deutlich eine Stoßstelle 33 zu erkennen, an der die beiden bereits erwähnten halben Innenzähne 27 unmittelbar aneinander liegen. Das Ständereisen 10 bzw. der somit vorliegende Ständer 36 weist somit nunmehr eine im Wesentlichen ringzylindrische Form auf. Diese ringzylindrische Form hat eine Zylinderachse, die im Inneren des Ständers 36 einbeschreibbar ist. Diese Zylinderachse erstreckt sich in der zuvor beschriebenen Axialrichtung und somit in Stapelrichtung der einzelnen Lamellen 13.

Das prinzipielle Herstellungsverfahren gemäß den Figuren 1 bis 3 beschreibt die wesentlichen Merkmale der sogenannten Flachpaket-Technik zur Herstellung von Ständern 36 für elektrische Maschinen. Kurzgefasst lässt sich diese Flachpaket-Technik durch folgende Merkmale beschreiben: Es wird ein im Wesentlichen streifenförmiges Ständereisen 10 bereit gestellt, das gegebenenfalls einen lamellierten Aufbau aufweist. Eine zumindest einteilige Ständerwicklung 30 wird in die Nuten 25 des Ständereisens 10 eingebracht. In einem folgenden Schritt wird das Ständereisen 10 mit der Ständerwicklung 30 in eine ringzylindrische Form gebracht.

Figur 4 zeigt ausschnittsweise eine Ansicht auf die in Richtung der Zylinderachse bzw. Axialrichtung a orientierte Stirnfläche des Ständereisens 10. Als Stirnfläche  $A_{Fe}$  wird hier das Kreisringsegment zwischen zwei benachbarten radial orientierten Mittellinien 40 zweier unmittelbar benachbarter Innenzähne 19 angenommen. Die Stirnfläche  $A_{Fe}$  besteht dem zu Folge aus den Flächenanteilen zweier halber Innenzähne 19 und dem entsprechenden Jochflächenanteil zwischen den Mittellinien 40. Eine Nutfläche  $A_{Nut}$  ergibt sich aus den Konturen der entsprechenden Jochfläche und der Innenzähne 19 sowie

durch die kreisförmige Begrenzungslinie zwischen zwei Zahnköpfen 50 der Innenzähne 19. Bei Untersuchungen an Ständern 36 der vorgenannten Flachpaket-Technik hat sich herausgestellt, dass ein aus der Nutfläche  $A_{N_{ut}}$  und der Stirnfläche  $A_{F_e}$  gebildetes Verhältnis  $A$  günstigerweise zwischen 0,4 und 0,8 beträgt. Es lässt sich somit als günstige Merkmalskombination für einen Ständer 36 festhalten, dass dieser in Flachpaket-Technik hergestellte Ständer 36 zumindest aus einem Ständereisen 10 und einer Ständerwicklung 30 besteht, wobei das Ständereisen 10 eine im Wesentlichen ringzylindrische Form aufweist und das Ständereisen 10 eine Axialrichtung  $a$  aufweist, die in Richtung einer Zylinderachse orientiert ist und das Ständereisen 10 eine in Richtung der Zylinderachse orientierte Stirnfläche aufweist, die eine Nutfläche  $A_{N_{ut}}$  aufweist, wobei ein aus der Nutfläche  $A_{N_{ut}}$  und der Stirnfläche  $A_{F_e}$  gebildetes Verhältnis  $A$  zwischen 0,4 und 0,8 beträgt.

In einer weiteren Annäherung hat sich ergeben, dass das Verhältnis  $A$  noch günstiger ist, wenn dieses zwischen 0,4 und 0,7 liegt.

Die für das Verhältnis  $A$  betrachtete Stirnfläche umfasst nicht die in Axialrichtung  $a$  ermittelbare Querschnittsfläche  $A_{Z_a}$ , die beispielsweise durch die entsprechende Querschnittsfläche zweier nach außen radial außen orientierten Halbzähne 53 gebildet ist. Beschreibt die Außenkontur des Jochs 16 in radialer Richtung keine Kreislinie, dann wird als Außendurchmesser zur Berechnung der Stirnfläche  $A_{F_e}$  der geringste Durchmesser, den die Außenkontur des Ständereisens im Bereich  $b_3$  über der Nut beschreibt, herangezogen.

Es wurde weiterhin festgestellt, dass das Verhältnis  $A$  je nach Zähnezahl des Ständereisens 10 unterschiedliche ideale Werte annehmen kann. So wurde herausgefunden, dass Ständereisen 10 mit achtundvierzig Innenzähnen 19 günstiger Weise ein Verhältnis  $A$  zwischen 0,45 bis 0,7 aufweisen. Es ist klar, dass einer der achtundvierzig Innenzähne 19 als mit zwei halben Innenzähnen 27 gleichwertig anzusehen ist.

In zweiter Annäherung wurde herausgefunden, dass Ständereisen 10 mit achtundvierzig Innenzähnen 19 günstiger Weise ein Verhältnis  $A$  zwischen 0,45 und 0,6 annehmen. Für Ständereisen 10 mit sechsunddreißig Innenzähnen 19 gilt als günstiges Verhältnis  $A$  ein Zahlenbereich zwischen 0,4 bis 0,6.

In zweiter Annäherung gilt als günstiges Verhältnis für ein Ständereisen 10 mit sechsunndreißig Innenzähnen 19 ein Verhältnis A zwischen 0,4 und 0,55.

5 In Verbindung mit Figur 4 wird erläutert, wie die Nutfläche  $A_{\text{Nut}}$  ermittelt wird. In Verbindung mit Figur 5 wird erläutert, wie die Querschnittsfläche der sich in der Nut 25 befindlichen Leiter 56 ermitteln lässt. Jeder Leiter 56 hat einen Leiterquerschnitt  $A_L$ . Die Summe aller Leiterquerschnitte in einer Nut 25 ergibt sich somit aus der Summe der einzelnen Leiterquerschnitte  $A_L$  zu  $A_{L,\text{ges}}$ . Ein Nutfüllfaktor F ist hier definiert als das  
10 Verhältnis aus der Querschnittsfläche aller Leiter 56 in einer Nut 25 und der Nutfläche  $A_{\text{Nut}}$ . Für Ständereisen 10 bzw. Ständer 36 mit sechsunndreißig Nuten 25 bzw. sechsunndreißig Innenzähnen 19 in einer Ausführung für Drehstommaschinen mit sechs Polpaaren wurde in Abhängigkeit vom Verhältnis A und vom Füllfaktor F der jeweilige Ständerstrom  $I_G$  ermittelt. Es wurden hierbei Füllfaktoren F von 50%, 65% und 80%  
15 untersucht. Es wurde dabei ermittelt, dass der höchste Generatorstrom für einen Füllfaktor F von 80% erreicht wird, siehe auch Figur 6a. Dem zu Folge findet sich für einen Füllfaktor F von 80% die entsprechende Kurve in Figur 6a mit der Bezeichnung  $F_{80}$ . Die Abszissenachse gibt das Verhältnis A in einem Bereich zwischen in etwa 0,6 und 2,0 wieder, während die Ordinatenachse das Verhältnis B zwischen 0,5 und 1,0  
20 wiedergibt. Das Verhältnis B wird in Abhängigkeit vom Stromverlauf für einen Füllfaktor F von 80% ermittelt. Man hat hierzu bei einer entsprechenden elektrischen Maschine mit einem Ständer 10 und einem Nutfüllfaktor  $F = 80\%$  den entsprechenden Generatorstrom bzw. Ständerstrom ermittelt. Der Maximalwert dieses Stromverlaufs ist gleich 100% bzw. 1,0 gesetzt. Ausgehend von diesem Maximalwert wurde der  
25 Kurvenverlauf für einen Nutfüllfaktor  $F_{80}$  aufgetragen. Analog dazu wurde der Ständerstrom für einen Nutfüllfaktor  $F = 65\%$  bzw. einen Nutfüllfaktor  $F = 50\%$  ermittelt. Die entsprechenden Kurven sind mit  $F_{65}$  bzw.  $F_{50}$  bezeichnet. Die entsprechenden Kurvenverläufe wurden an den Maximalwert des Stroms für einen Nutfüllfaktor  $F = 80\%$  bezogen.

30 Auf Grund dieser Ergebnisse wird für einen Ständer in Flachpaket-Technik mit sechsunndreißig Nuten 25 bzw. sechsunndreißig Innenzähnen 19 bei sechs Polpaaren ein Verhältnis A zwischen 0,4 und 0,55 bevorzugt, wobei gleichzeitig der Nutfüllfaktor zwischen 50% und 80% liegen soll.



Figur 6b zeigt ein zum in Figur 6a gezeigten Diagramm analoges Diagramm bezüglich eines Ständers 36 mit achtundvierzig Nuten 25 bzw. achtundvierzig Innenzähnen 19 bei acht Polpaaren für eine entsprechende Drehstrommaschine. Auf Grund der hier ermittelten Ergebnisse wird hier eine Kombination bevorzugt, wonach das Verhältnis A zwischen 0,45 und 0,6 und der Füllfaktor F zwischen 50% und 80% liegt.

Anhand von Figur 7 wird erläutert, welche wichtigen Zusammenhänge für eine Nut 25 in geometrischer Hinsicht gelten. Die Breite  $b_1$  bezeichnet die im rundgebogenen Zustand vorhandene Öffnungsbreite des Nutschlitzes bzw. der Nut 25. Die Nut 25 hat eine Kontur, die jochseitig durch gegenüberliegende Zahnseiten 59 und durch eine Jochkontur 62 begrenzt ist. Die Zahnseiten 59 sind in diesem Ausführungsbeispiel beim Übergang von den Zahnseiten 59 in die Jochkontur 62 durch Radien  $r_3$  ausgerundet. Der Begriff "jochseitig" bedeutet hier, dass hier der Bereich der Nut 25 gemeint ist, der sich auf der dem Joch 16 zugewandten Seite der Nut 25 befindet. "Zahnkopfseitig" bedeutet, dass sich der entsprechende Bereich der Nut 25 auf der Seite der Nut 25 befindet, die dem Zahnkopf 55 zugewandt und somit dem Joch 16 abgewandt ist. Im Ausführungsbeispiel haben die Zahnseiten 59 einer Innennut 25 in Umfangsrichtung untereinander einen maximalen Abstand, der hier mit  $b_{z3}$  bezeichnet wird.  $b_{z3}$  setzt sich somit für eine Nut 25, die im Bereich zwischen Joch 16 und Zahn 19 durch Radien ausgerundet ist, aus dem Abstand  $b_3$  zwischen den beiden Radienmittelpunkten und den beiden Radien  $r_3$  selbst zusammen, so dass sich für  $b_{z3}$  eine Gleichung ergibt,  $b_{z3} = b_3 + 2 \cdot r_3$ . Für den Fall, dass eine Nut 25 nicht durch irgendwelche Radien ausgerundet ist, sondern beispielsweise durch Ellipsen, Schrägen oder irgendwelche eckigen Übergänge zwischen Zahnseite 59 und Jochkontur 62, soll  $b_{z3}$  der jochseitig breiteste Abstand zwischen den beiden Zahnseiten 59 sein.

Die Nutteilung  $\tau_2$  ist als Abstand zweier Zahnmitten auf dem Durchmesser des Abstands  $b_{z2}$ , die Nutteilung  $\tau_3$  als Abstand zweier Zahnmitten auf dem Durchmesser des Abstands  $b_{z3}$  definiert. Der Durchmesser  $d_3$  ist der Durchmesser, auf dem der Abstand  $b_{z3}$ , der Durchmesser  $d_2$  ist der Durchmesser, auf dem der Abstand  $b_{z2}$  definiert ist. Für das Verhältnis aus  $d_3$  zu  $d_2$  soll ein Zahlenbereich zwischen 1,1 und 1,25 gelten.

Analog hierzu gibt es eine zahnkopfseitige Kontur der Innennut 25, die durch die gegenüberliegenden Zahnseiten 59 und Zahnkopfkonturen 65 begrenzt ist. Die Zahnkopfkontur 65 beginnt in diesem Ausführungsbeispiel mit dem Übergang von den

geradlinigen Zahnseiten 59 in die durch Radien  $r_2$  vorgegebene Verengung des Nutschlitzes bzw. der Nut 25 in Richtung nach radial innen. Die Breite  $b_2$  bezeichnet hier den Abstand der Radienmittelpunkte der Radien  $r_2$ , so dass sich als zahnkopfseitige Breite der Nut 25 bzw. als Abstand der Zahnseiten 59 die Summe aus dem  
5 Mittelpunktsabstand  $b_2$  und den beiden Radien  $r_2$  zu  $b_{z2}$  ergibt.

Für den Fall, dass sich im Sinne der oben genannten Definitionen keine eindeutige Zuordnung der Abstände  $b_{z2}$  bzw.  $b_{z3}$  ergibt, beispielsweise bei leicht bauchigen Zahnseiten 59, soll hier folgende weitere Definition für die genannten Abstände  $b_{z2}$  und  
10  $b_{z3}$  gelten: auf Grund von gerundeten Zahnkopfkonturen 65, was bedeutet, dass der Übergang von den Zahnbreiten 59 bis in den Innenumfang eines Ständereisens 10 bzw. des Ständers 30 komplett gerundet ist, lässt sich unter Umständen nicht eindeutig eine radiale Höhe für die Nut 25 angeben. Hilfsweise soll hier der radiale Abstand zwischen der Jochkontur 62 bzw. deren kreisförmiger Verlängerung und einem  
15 Zahnkopfmittelpunkt gelten. Die Zahnkopfmittelpunkte bzw. der Abstand zweier benachbarter Zahnkopfmittelpunkte definiert im übrigen die Nutteilung  $\tau$ . Wird dieser Abstand zu 100% gesetzt, bedeutet dies, dass die Breite bzw. der Abstand  $b_{z2}$  ausgehend vom tiefsten Punkt der Nut 25 bzw. vom Joch 16 ausgehend, von dem aus sich die Innenzähne 19 erstrecken, bei 90% ermittelt werden, analog gilt dies für den Abstand  
20  $b_{z3}$ , der in einer Höhe von 8% ermittelt wird.

In Figur 8 ist ein Zusammenhang zwischen dem Ständerstrom bei Motorleerlauf (entspricht einer Drehzahl des Generatorläufers von ca. 1800/min) in Abhängigkeit von den Verhältnissen  $c_2$  und  $c_3$ .  $c_2$  ist der Quotient aus der zahnkopfseitigen Nutbreite bzw.  
25 dem Abstand  $b_{z2}$  und der Nutteilung  $\tau_2$  am Zahn,  $c_3$  ist das Verhältnis gebildet aus dem jochseitigen Abstand  $b_{z3}$  und der Nutteilung  $\tau_3$  am Joch. Es ist vorgesehen, dass für einen Ständer 36 das Verhältnis  $c_2$  und das Verhältnis  $c_3$  zwischen 0,45 und 0,65 beträgt.

Besonders bevorzugt wird, dass  $c_2$  zwischen 0,50 und 0,60 beträgt und  $C_3$  zwischen 0,47  
30 und 0,6 beträgt..

Für den Fall, dass die Übergänge zwischen den Zahnseiten 59 und der Jochkontur 62 bzw. zwischen den Zahnseiten 59 und der Zahnkopfkontur 65 gerundet sind, werden Radien  $r_1$  bzw.  $r_2$  zwischen 0,3 und 2,0 mm bevorzugt.  
35

5

## Ansprüche

10

1. Ständer für eine elektrische Maschine, insbesondere einen Drehstromgenerator, wobei der Ständer (36) in Flachpaket-Technik hergestellt ist und zumindest aus einem Ständereisen (10, 30) besteht, das Ständereisen (10) eine im Wesentlichen ringzylindrische Form aufweist, wobei das Ständereisen (10) eine Axialrichtung (a) aufweist, die in Richtung einer Zylinderachse orientiert ist und das Ständereisen (10) eine in Richtung der Zylinderachse orientierte Stirnfläche aufweist, die eine Nutfläche ( $A_{\text{Nut}}$ ) bestimmt, dadurch gekennzeichnet, dass ein aus der Nutfläche ( $A_{\text{Nut}}$ ) und der Stirnfläche gebildetes Verhältnis A zwischen 0,4 und 0,8 beträgt.
2. Ständer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis A zwischen 0,4 und 0,7 liegt.
3. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ständereisen (10) achtundvierzig Innenzähne (19) hat und das Verhältnis A zwischen 0,45 und 0,70 beträgt.
4. Ständer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis A zwischen 0,45 und 0,60 liegt.
5. Ständer nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ständereisen (10) sechsunddreißig Innenzähne (19) hat und das Verhältnis A zwischen 0,4 und 0,6 beträgt.
6. Ständer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis A zwischen 0,40 und 0,55 liegt.

15

20

25

30

35

7. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Nutfüllfaktor (F) zwischen 50% und 80% beträgt.
- 5 8. Ständer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Nutfüllfaktor F zwischen 60% und 70% beträgt.
- 10 9. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Nut (25) eine Kontur hat, die jochseitig durch gegenüberliegende Zahnseiten (59) und eine Jochkontur (62) begrenzt ist, wobei die Zahnseiten (59) einer Nut (25) in Umfangsrichtung untereinander einen maximalen Abstand ( $b_{z3}$ ) aufweisen und dass eine Nutteilung ( $\tau_3$ ) der Abstand zweier direkt benachbarter Zahnmitten des Ständereisens (10) auf dem Durchmesser des maximalen Abstands ( $b_{z3}$ ) ist, wobei ( $c_3$ ) zwischen 0,45 und 0,65 beträgt.
- 15 10. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Nut (25) eine Kontur hat, die zahnkopfseitig durch gegenüberliegende Zahnseiten (59) und Zahnkopfkonturen (62) begrenzt ist, wobei die Zahnseiten (59) einer Nut (25) am Übergang in die Zahnkopfkonturen (65) in
- 20 Umfangsrichtung untereinander einen Abstand ( $b_{z2}$ ) aufweisen und dass eine Nutteilung ( $\tau_2$ ) der Abstand zweier direkt benachbarter Zahnmitten auf dem Durchmesser des Abstands ( $b_{z2}$ ) des Ständereisens (10) ist, wobei ( $c_2$ ) zwischen 0,45 und 0,65 beträgt.
- 25 11. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ( $c_2$ ) zwischen 0,50 und 0,60 und ( $c_3$ ) zwischen 0,47 und 0,60 beträgt.
- 30 12. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahnseiten (59) durch gerundete Übergänge in die Zahnkopfkonturen (65) und die Jochkontur (62) übergehen, wobei die Radien zwischen 0,3mm und 2,0mm betragen.

1 / 6

Fig. 1

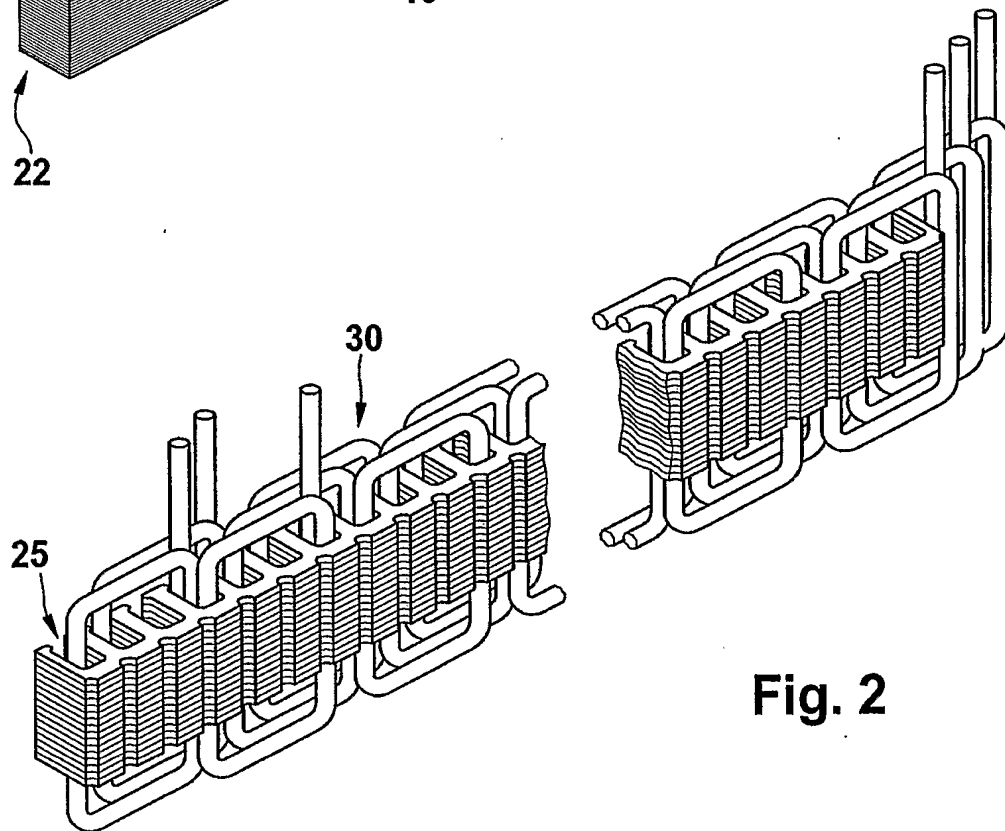
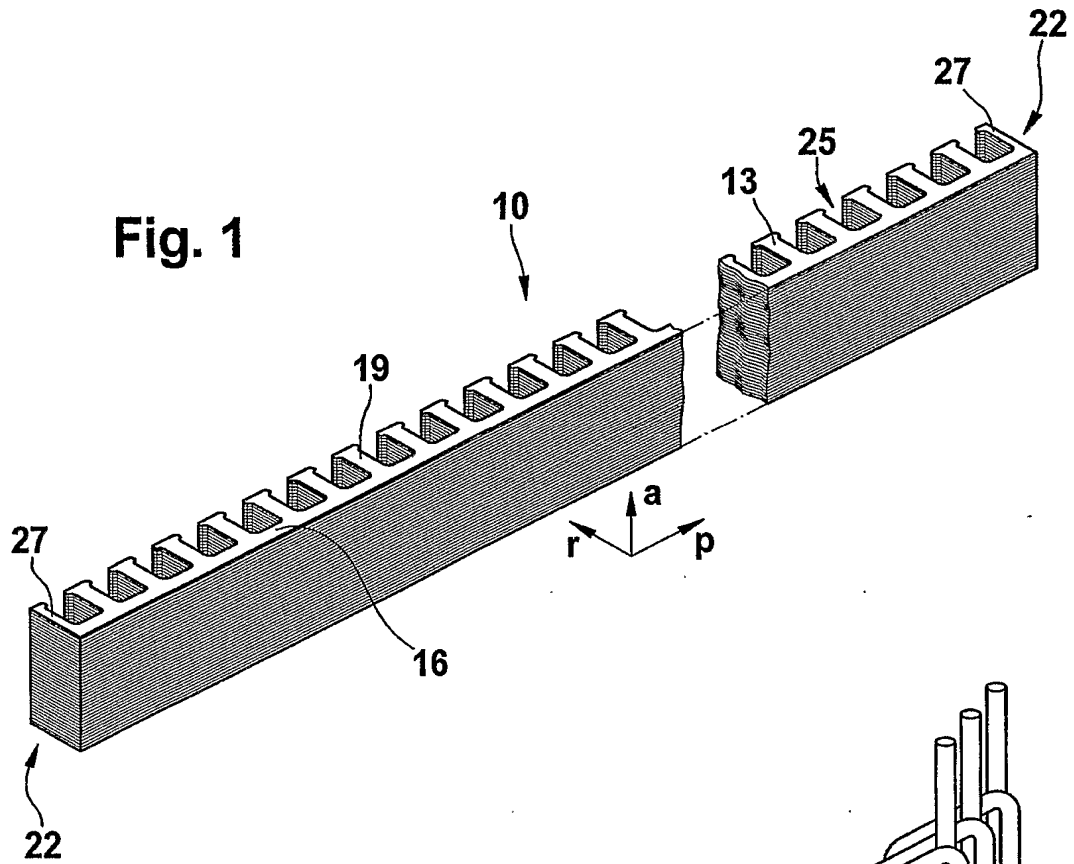
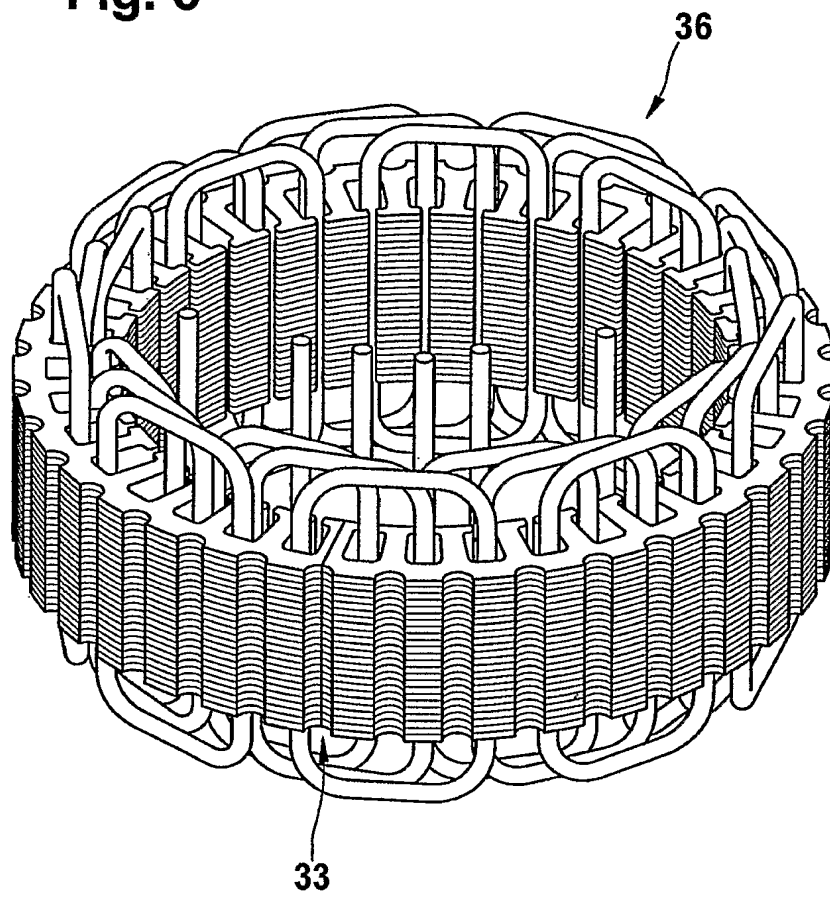


Fig. 2

2 / 6

Fig. 3



3 / 6

Fig. 4

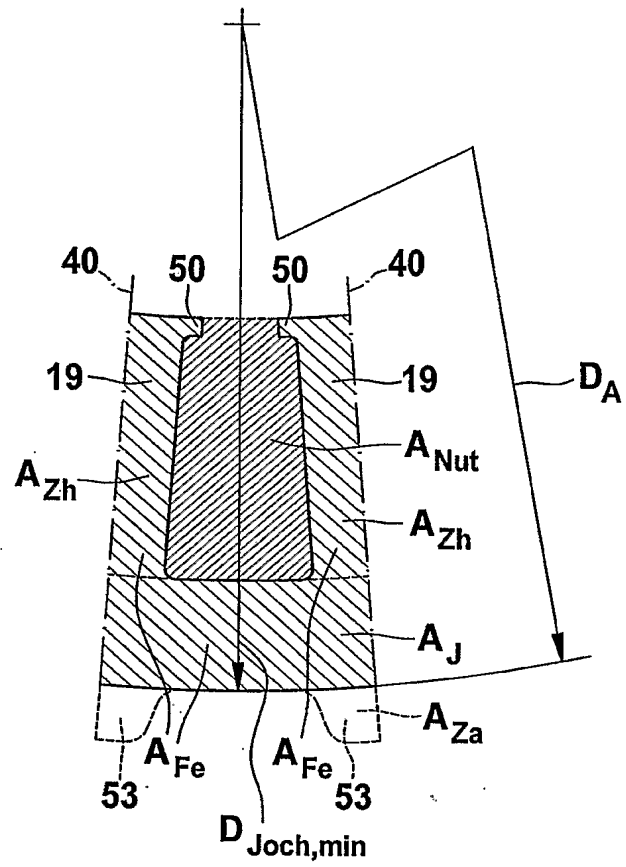
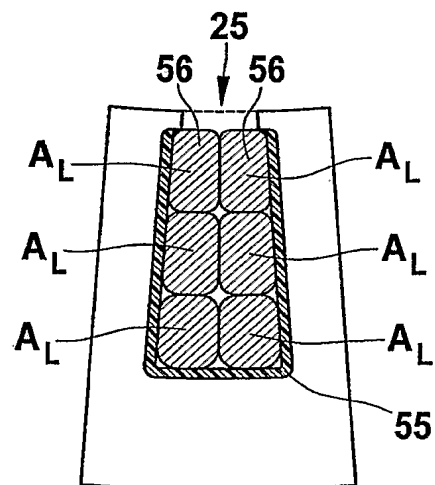


Fig. 5



4 / 6

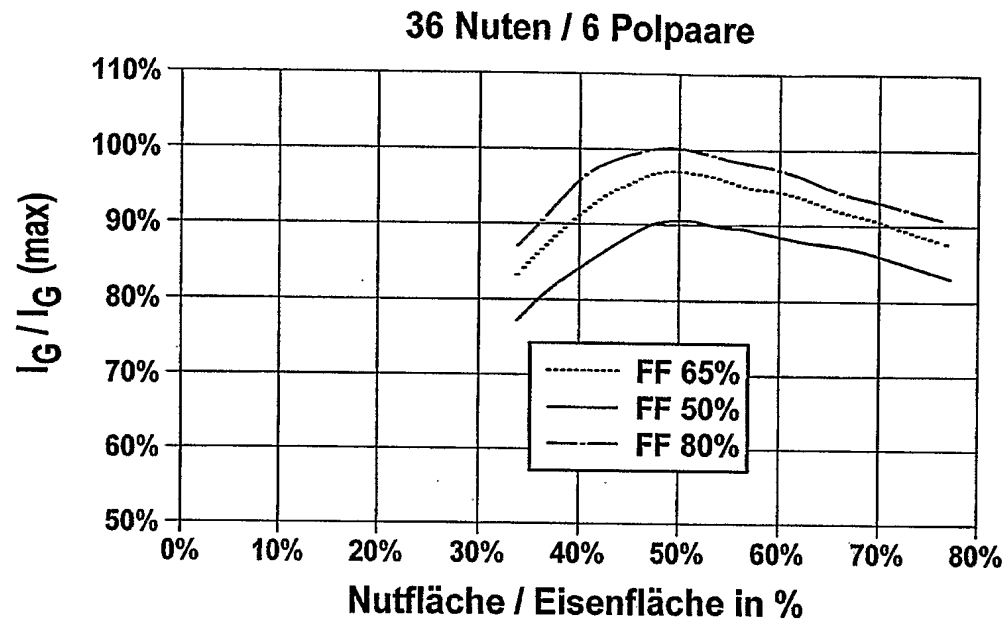


Fig. 6a

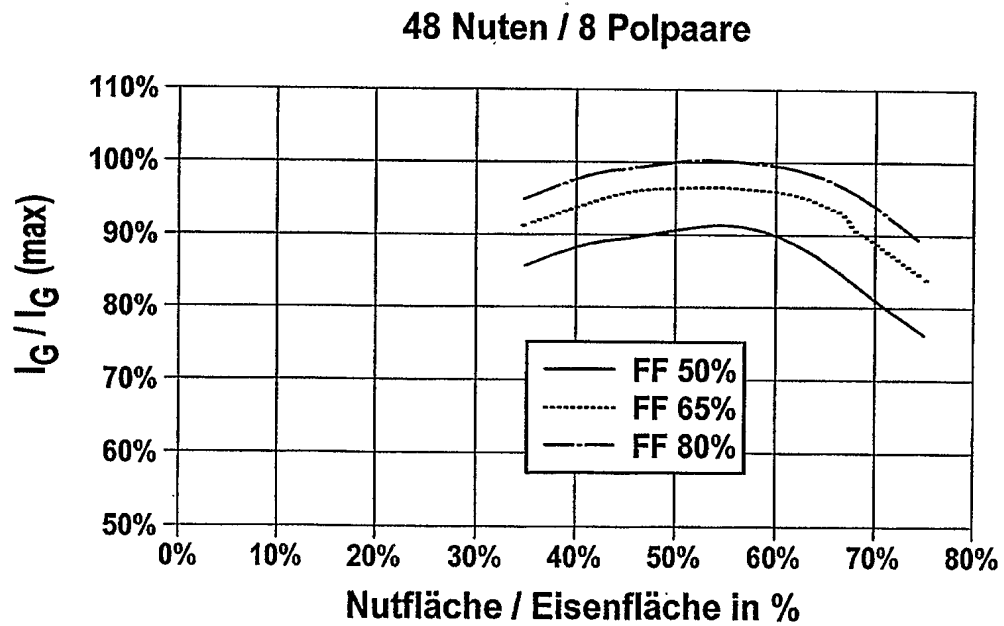
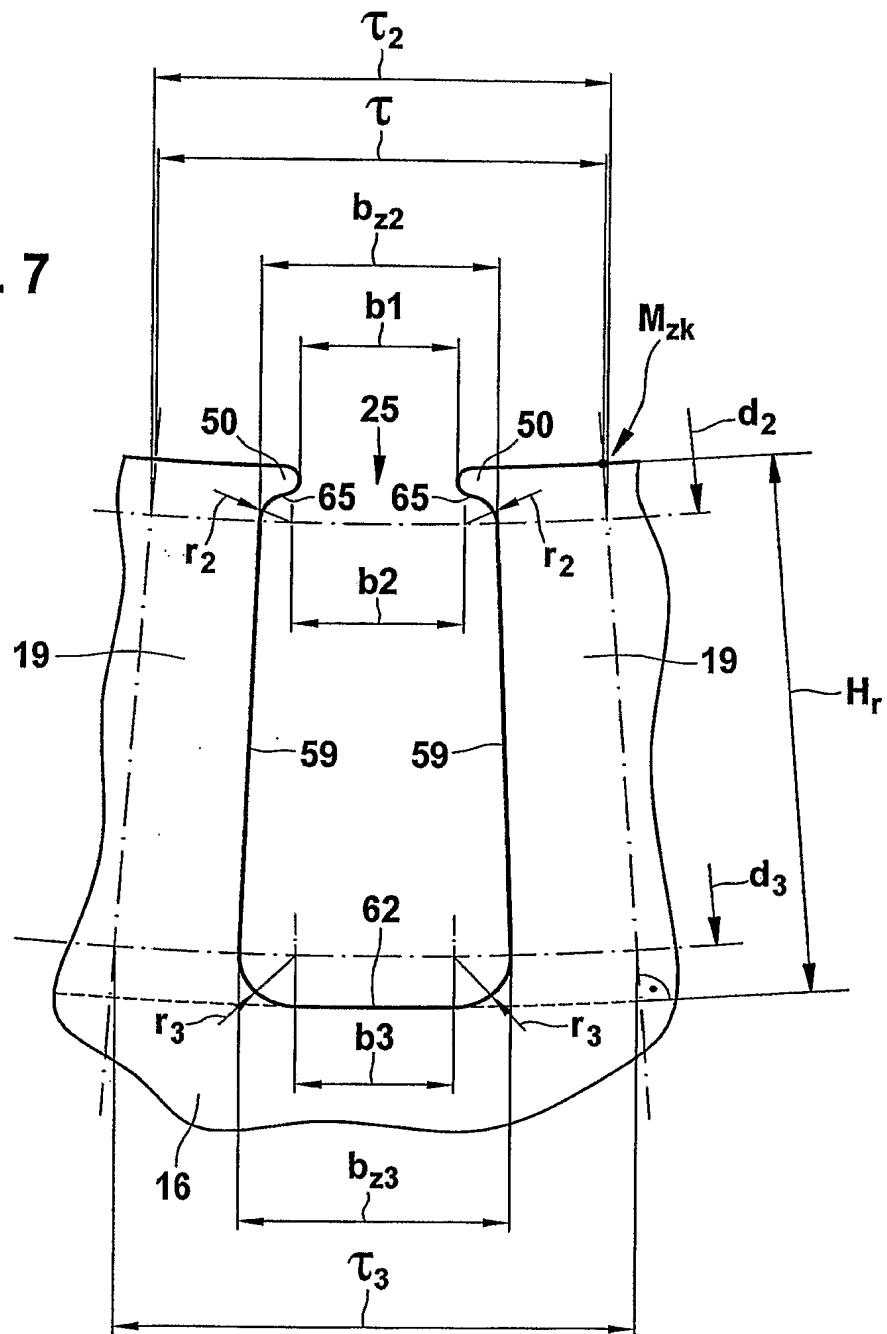


Fig. 6b



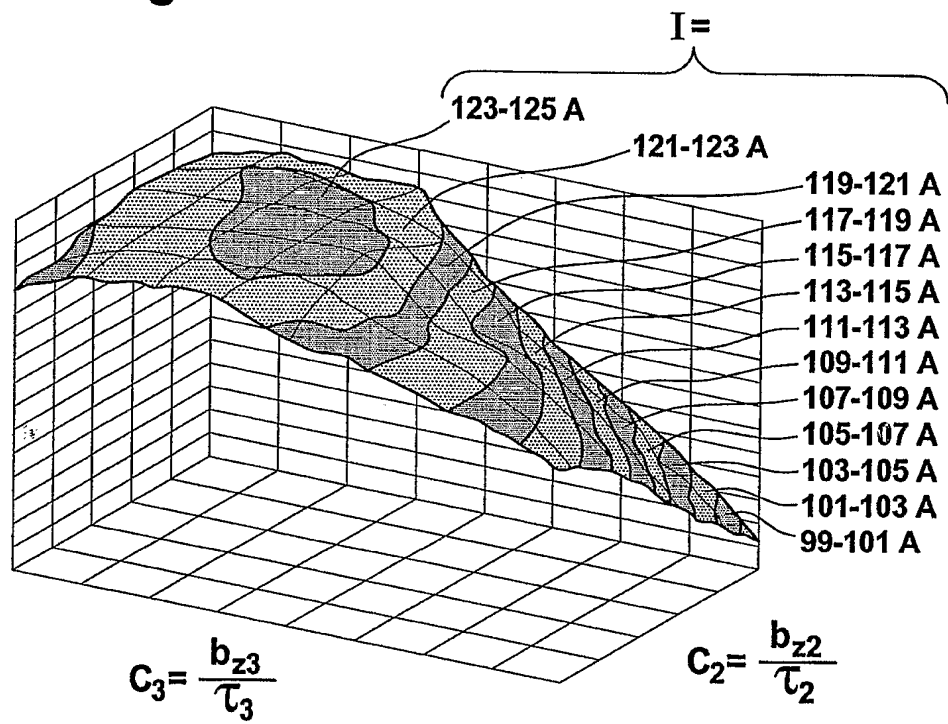
5 / 6

Fig. 7



6 / 6

Fig. 8



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/053466

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H02K1/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 353 431 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 15 October 2003 (2003-10-15) figures 25-28	1-12
Y	----- OJO O ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Multiobjective optimum design of electrical machines for variable speed motor drives" PROCEEDINGS OF THE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING. DEARBORN, SEPT. 28 - OCT. 1, 1991, NEW YORK, IEEE, US, vol. VOL. 2, 28 September 1991 (1991-09-28), pages 163-168, XP010056290 ISBN: 0-7803-0453-5 Abbildung 1 Abschnitte 3.1, 3.3 und 4 ----- -/--	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 April 2005

Date of mailing of the international search report

26/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Czogalla, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/053466

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 313 559 B1 (KUSASE SHIN ET AL) 6 November 2001 (2001-11-06) the whole document	7,8
A	<p>-----</p> <p>BIEDINGER J-M ET AL: "DIMENSIONNEMENT DES ACTIONNEURS ELECTRIQUES ALIMENTES A FREQUENCE VARIABLE SOUS FAIBLE TENSION" EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL APPLIED PHYSICS, EDP SCIENCES, LES ULIS, FR, vol. 7, no. 3, September 1999 (1999-09), pages 247-261, XP000930361 ISSN: 1286-0042 Figur 2 Tabellen 1, 4, 5 Seite 248, linke Spalte Absätze 2 und 3, Seiten 254-255, Abschnitt 3, und Anhang B</p> <p>-----</p>	1-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/053466

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1353431	A	15-10-2003	JP 3476416 B2	10-12-2003
			JP 2001245446 A	07-09-2001
			JP 3347118 B2	20-11-2002
			JP 2001211621 A	03-08-2001
			JP 3310967 B2	05-08-2002
			JP 2001186729 A	06-07-2001
			JP 3400760 B2	28-04-2003
			JP 2001178054 A	29-06-2001
			JP 3347115 B2	20-11-2002
			JP 2001178093 A	29-06-2001
			JP 3400776 B2	28-04-2003
			JP 2001238384 A	31-08-2001
			JP 3347116 B2	20-11-2002
			JP 2001197713 A	19-07-2001
			JP 3256696 B2	12-02-2002
			JP 2001211590 A	03-08-2001
			JP 3256695 B2	12-02-2002
			JP 2001186704 A	06-07-2001
			JP 3264912 B2	11-03-2002
			JP 2001211586 A	03-08-2001
			JP 3155534 B1	09-04-2001
			JP 2001211584 A	03-08-2001
			JP 3383251 B2	04-03-2003
			JP 2001186738 A	06-07-2001
			JP 3621625 B2	16-02-2005
			JP 2001298885 A	26-10-2001
			EP 1353431 A1	15-10-2003
			DE 60003275 D1	17-07-2003
			DE 60003275 T2	08-04-2004
			DE 60005773 D1	13-11-2003
			DE 60005773 T2	29-07-2004
			DE 60018365 D1	07-04-2005
			DE 60018366 D1	07-04-2005
			EP 1109285 A2	20-06-2001
			EP 1109286 A2	20-06-2001
			EP 1109287 A2	20-06-2001
			EP 1109299 A2	20-06-2001
			EP 1109295 A2	20-06-2001
			EP 1109296 A2	20-06-2001
			EP 1109289 A2	20-06-2001
			EP 1109290 A2	20-06-2001
			EP 1109291 A2	20-06-2001
			EP 1109294 A2	20-06-2001
			EP 1109292 A2	20-06-2001
			EP 1109293 A2	20-06-2001
			EP 1416611 A2	06-05-2004
			DE 60018364 D1	07-04-2005
			DE 60018368 D1	07-04-2005
			DE 60018369 D1	07-04-2005
			US 6268678 B1	31-07-2001
US 6313559	B1	06-11-2001	JP 3543724 B2	21-07-2004
			JP 2000358348 A	26-12-2000

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/053466

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H02K1/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 353 431 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 15. Oktober 2003 (2003-10-15) Abbildungen 25-28	1-12
Y	OJO O ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Multiobjective optimum design of electrical machines for variable speed motor drives" PROCEEDINGS OF THE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING. DEARBORN, SEPT. 28 - OCT. 1, 1991, NEW YORK, IEEE, US, Bd. VOL. 2, 28. September 1991 (1991-09-28), Seiten 163-168, XP010056290 ISBN: 0-7803-0453-5 Abbildung 1 Abschnitte 3.1, 3.3 und 4	1-12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. April 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Czogalla, T

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/053466

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 313 559 B1 (KUSASE SHIN ET AL) 6. November 2001 (2001-11-06) das ganze Dokument -----	7,8
A	BIEDINGER J-M ET AL: "DIMENSIONNEMENT DES ACTIONNEURS ELECTRIQUES ALIMENTES A FREQUENCE VARIABLE SOUS FAIBLE TENSION" EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL APPLIED PHYSICS, EDP SCIENCES, LES ULIS, FR, Bd. 7, Nr. 3, September 1999 (1999-09), Seiten 247-261, XP000930361 ISSN: 1286-0042 Figur 2 Tabellen 1, 4, 5 Seite 248, linke Spalte Absätze 2 und 3, Seiten 254-255, Abschnitt 3, und Anhang B -----	1-12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053466

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1353431	A	15-10-2003	JP 3476416 B2	10-12-2003
			JP 2001245446 A	07-09-2001
			JP 3347118 B2	20-11-2002
			JP 2001211621 A	03-08-2001
			JP 3310967 B2	05-08-2002
			JP 2001186729 A	06-07-2001
			JP 3400760 B2	28-04-2003
			JP 2001178054 A	29-06-2001
			JP 3347115 B2	20-11-2002
			JP 2001178093 A	29-06-2001
			JP 3400776 B2	28-04-2003
			JP 2001238384 A	31-08-2001
			JP 3347116 B2	20-11-2002
			JP 2001197713 A	19-07-2001
			JP 3256696 B2	12-02-2002
			JP 2001211590 A	03-08-2001
			JP 3256695 B2	12-02-2002
			JP 2001186704 A	06-07-2001
			JP 3264912 B2	11-03-2002
			JP 2001211586 A	03-08-2001
			JP 3155534 B1	09-04-2001
			JP 2001211584 A	03-08-2001
			JP 3383251 B2	04-03-2003
			JP 2001186738 A	06-07-2001
			JP 3621625 B2	16-02-2005
			JP 2001298885 A	26-10-2001
			EP 1353431 A1	15-10-2003
			DE 60003275 D1	17-07-2003
			DE 60003275 T2	08-04-2004
			DE 60005773 D1	13-11-2003
			DE 60005773 T2	29-07-2004
			DE 60018365 D1	07-04-2005
			DE 60018366 D1	07-04-2005
			EP 1109285 A2	20-06-2001
			EP 1109286 A2	20-06-2001
			EP 1109287 A2	20-06-2001
			EP 1109299 A2	20-06-2001
			EP 1109295 A2	20-06-2001
			EP 1109296 A2	20-06-2001
			EP 1109289 A2	20-06-2001
			EP 1109290 A2	20-06-2001
			EP 1109291 A2	20-06-2001
			EP 1109294 A2	20-06-2001
			EP 1109292 A2	20-06-2001
			EP 1109293 A2	20-06-2001
			EP 1416611 A2	06-05-2004
			DE 60018364 D1	07-04-2005
			DE 60018368 D1	07-04-2005
			DE 60018369 D1	07-04-2005
			US 6268678 B1	31-07-2001
US 6313559	B1	06-11-2001	JP 3543724 B2	21-07-2004
			JP 2000358348 A	26-12-2000